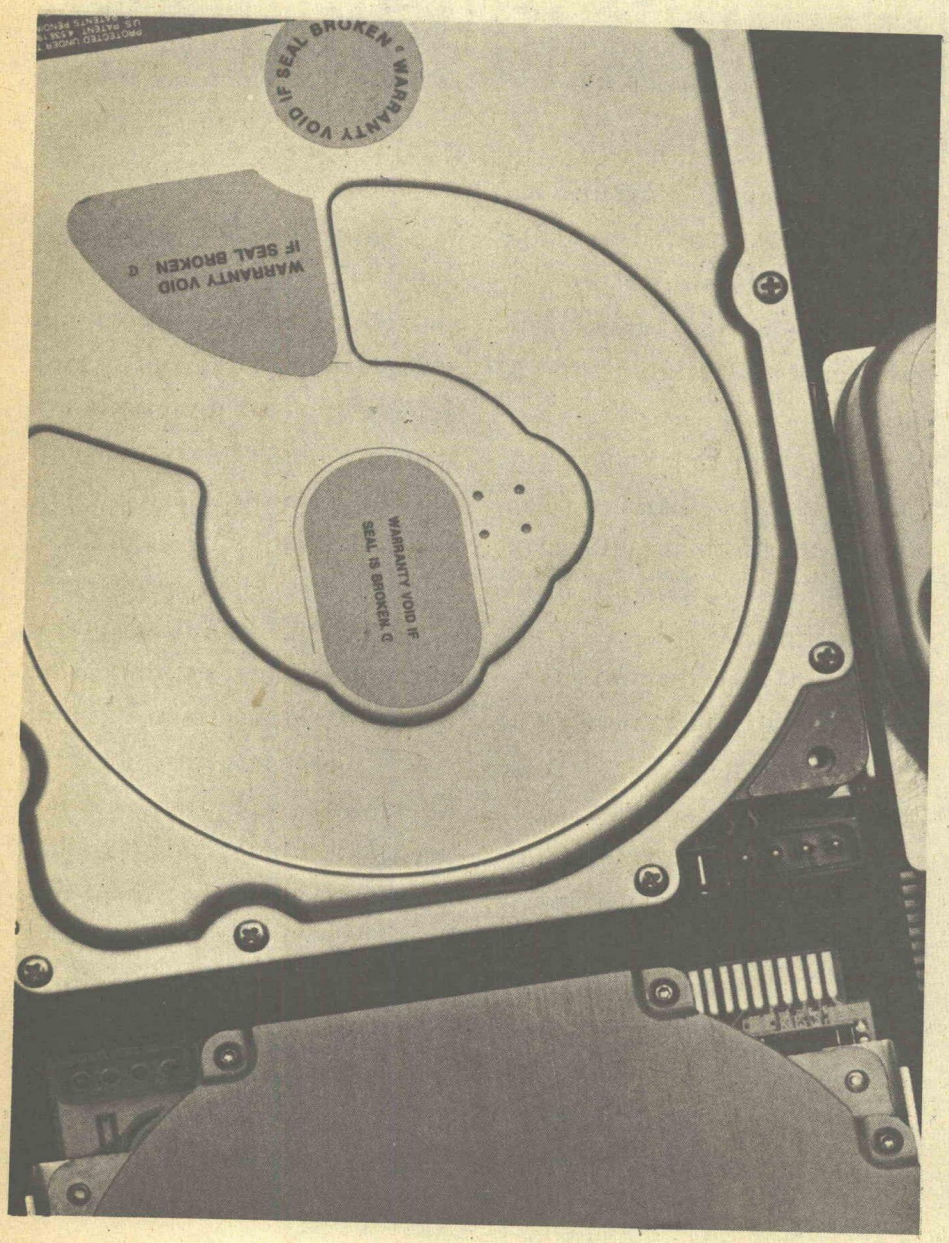
บทความพิเศษ

HARD DISKS

พันธุ์ปิติ เปี่ยมสง่า

ฮาร์ดดิสค์ คู่หูพีซีวันนี้

นำไปสู่เทคโนโลยีที่ก้าวไกลในการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัย



ฮาร์ดดิสค์ แต่เดิมไม่ใช่อุปกรณ์พื้นฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์เหมือนในปัจจุบัน ราคาของฮาร์ดดิสค์เมื่อประมาณ 10 ปีก่อนจะอยู่ในช่วง 2,500 บาท/1 เมกะไบต์ ฮาร์ดดิสค์ที่อยู่บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในรุ่นแรก ๆ คือ ฮาร์ดดิสค์ของเครื่องไอบีเอ็มเอกซ์ที ซึ่งฮาร์ดดิสค์มีขนาดเพียง 10 เมกะไบต์ แต่ในปัจจุบันฮาร์ดดิสค์ราคาเพียง 250 บาท/1 เมกะไบต์ ในขณะที่ขนาดหน่วยความจำถึง 300 เมกะไบต์ และขนาดเพียงเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 3 นิ้ว ความสูง 1 นิ้ว

แนวโน้มในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีขนาดเล็กลง อุปกรณ์ภายในจึงต้องมีขนาดเล็กลงตามไปด้วย แต่ประสิทธิภาพยังคงอยู่เหมือนเดิมตามแนวโน้มของเทคโนโลยี เราคงได้เห็นเครื่อง Palmtap เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับทุกคนตั้งแต่ผู้จัดการถึงพนักงานพิมพ์ดีด เครื่องที่เป็นโน้ตบุ๊คก็จะมาแทนเครื่องที่ใช้ในงานวิศวกรรม ไฟล์เซอร์ฟเวอร์ของระบบสื่อสารก็จะเป็นเสมือนธนาคารข้อมูลที่ประกอบด้วยดิสค์ที่มีขนาดเป็นเทอราไบต์ (1 เทอรา = 10^{12} หรือ 1 ล้านล้าน) สิ่งที่จะกล่าวถึงคือ แนวโน้มของฮาร์ดดิสค์คงจะมีอยู่ต่อไปอีกนานจนกว่าจะมีวิธีการเก็บที่มีประสิทธิภาพดีกว่ามาใช้แทน ถึงแม้ว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีทางแม่เหล็กของฮาร์ดดิสค์ได้ถูกทาบรัศมีในการที่นำมาใช้เป็นหน่วยความจำอีกหลายวิธี เช่น เทคโนโลยีทางแสงและเทคโนโลยีของสารกึ่งตัวนำ

หน่วยความจำสำรองในปัจจุบัน

ทั้งสารกึ่งตัวนำ เลเซอร์ และสารแม่เหล็ก ในปัจจุบันนี้ได้มีผู้นำทั้ง 3 วิธีมาสร้างเป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล โดยแต่ละแบบต่างก็มีข้อดีและข้อเสียอยู่ด้วยกัน ขอกล่าวถึงอย่างแรกก่อนคือ สารกึ่งตัวนำ จากเดิมสารกึ่งตัวนำที่เราใช้เป็นหน่วยความจำ ถูกนำไปใช้งานในลักษณะการเก็บของหน่วยความจำหลักเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากว่าหน่วยความจำที่ทำจากสารตัวนำสามารถเก็บข้อมูลได้เมื่อมีไฟเลี้ยงอยู่เท่านั้น แต่ในขณะนี้มีการผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดใหม่ ซึ่งเรียกว่าเฟรชเมมโมรี (flash memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำชนิด non-valatile หรือยังเก็บข้อมูลได้อยู่แล้ว แม้ว่าจะไม่มีไฟเลี้ยงหน่วยความจำชนิดนี้ ระยะเวลาการเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ย (average data access time) ใกล้เคียงกับแรมมาก ซึ่งนับว่าเป็นตัวหนึ่งที่มีแนวโน้มจะมาแทนฮาร์ดดิสค์ในอนาคต แต่ในปัจจุบันเฟรชเมมโมรียังมีความจุต่ำกว่าฮาร์ดดิสค์มาก (ถ้าหากคิดเป็นปริมาณข้อมูล/ขนาดตัวถัง) และมีราคาแพงกว่าฮาร์ดดิสค์ด้วย (รายละเอียดของเฟรช-เมมโมรี สามารถศึกษาได้จากเรื่องดิสค์สายฟ้าในไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 75) ถึงแม้ว่าแนวโน้มในอนาคตของเฟรชเมมโมรีจะดีกว่าฮาร์ดดิสค์ แต่ใช่ว่าเทคโนโลยีของฮาร์ดดิสค์ที่ทำจากสารแม่เหล็กจะหยุดอยู่กับที่ ถ้าหากประมาณในช่วงเวลา 5 ปีข้างหน้าตามแนวโน้มของเทคโนโลยีหน่วยความจำสำรองที่ทำจากเฟรชเมมโมรีในอีก 5 ปีข้างหน้าจะมีขนาดเท่ากับฮาร์ดดิสค์ในปัจจุบัน แต่ฮาร์ดดิสค์ในปัจจุบันจะมีขนาดเล็กลงกว่านี้โดยที่มีความจุเพิ่มขึ้นอีก 2 เท่า

ส่วนเทคโนโลยีทางแสงที่นำมาประยุกต์ใช้กับหน่วยความจำสำรอง ได้แก่ WORM (Write Once Read Many), CD-ROM และ Erasable Optical Disk แม้ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่มีความเที่ยงตรงและความคงทนสูงกว่าฮาร์ดดิสค์ที่เป็นสารแม่เหล็ก แต่ในปัจจุบันคงมีแต่เพียง CD-ROM เท่านั้นที่เป็นที่นิยมกว่าตัวอื่น ๆ เพราะส่วนใหญ่ใช้เก็บข้อมูลที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วน WORM มีความสามารถเขียนได้เพียงครั้งเดียว Erasable Optical Disk มีเวลาเข้าถึงข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่าฮาร์ดดิสค์พอสมควร ในขณะที่ความจุข้อมูลมีมากกว่าเพียงเล็กน้อย สุดท้ายที่สำคัญที่สุดคือ ออปติคัลดิสค์ (optical disk) ราคาสูงกว่าฮาร์ดดิสค์มากและที่สุดของที่สุดคือ ไม่มีผู้นิยมใช้มากมายนัก โดยทั่วไปออปติคัลดิสค์จะใช้กับเครื่องระดับเวอร์กสเตชัน (workstation) เป็นส่วนใหญ่ สำหรับพีซีแทบไม่มีใช้เลย

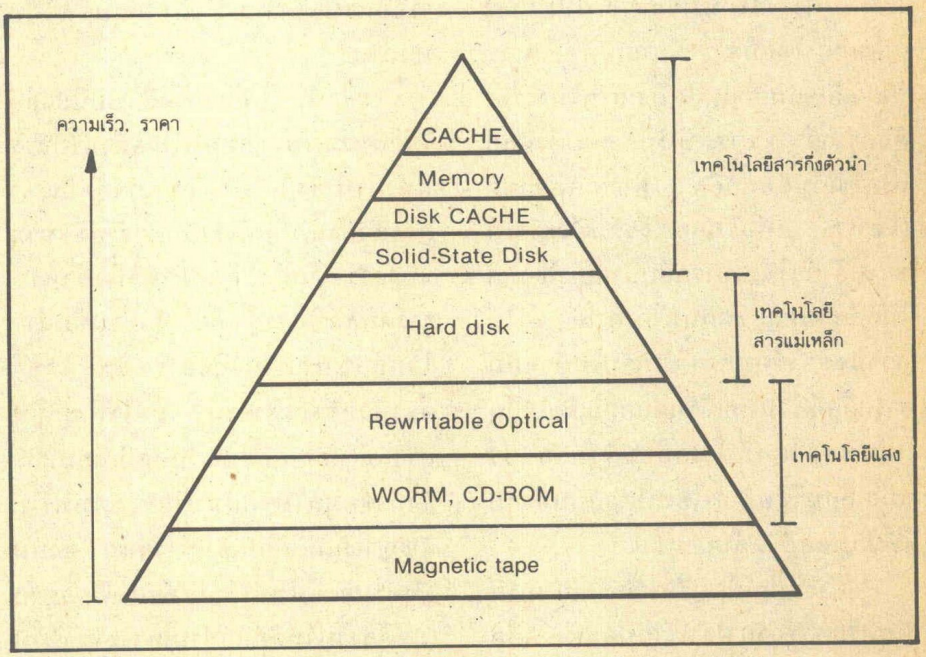
ลักษณะการใช้งานของในแต่ละเทคโนโลยีในการทำหน่วยความจำสำรองนั้นสามารถกำหนดตามเหตุผลสำหรับการตัดสินใจได้ 3 ประเภท คือ

1. ความจุ
2. ความเร็ว
3. ราคา

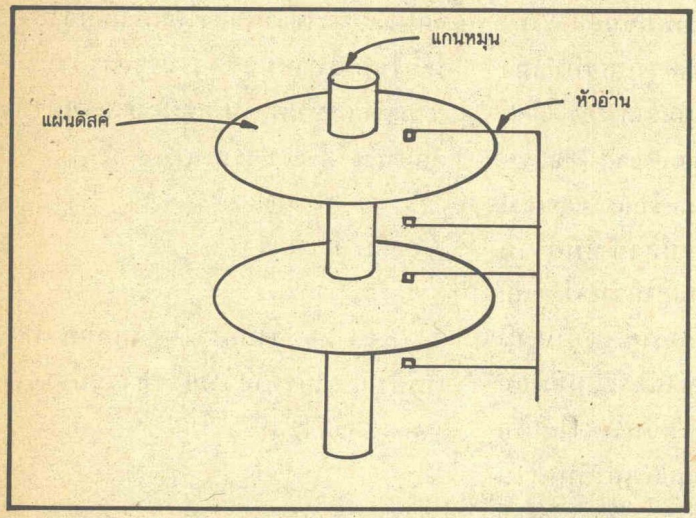
ซึ่งโดยทั่วไปความจุสูงมักมีความเร็วต่ำ ความจุต่ำความเร็วสูงจะมีราคาสูง แสดงดังรูปที่ 1

ฮาร์ดดิสค์เก็บข้อมูลได้อย่างไร

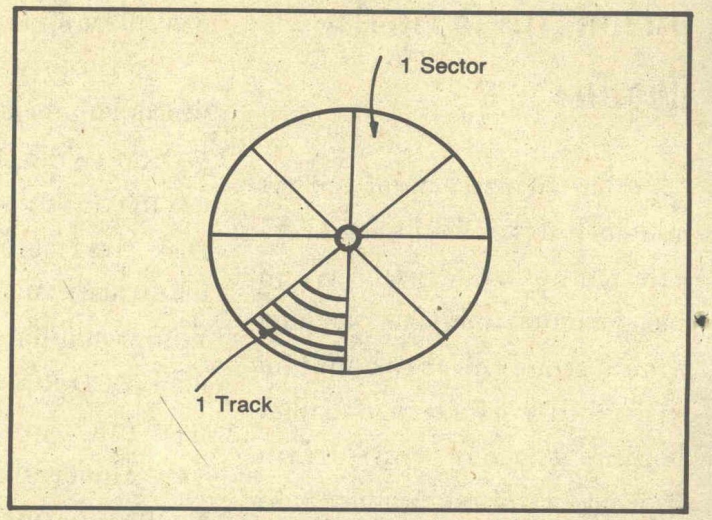
โครงสร้างของฮาร์ดดิสค์เป็นแผ่นกลมที่มีแกนหมุนและหัวอ่าน แสดงในรูปที่ 2 โครงสร้างของฮาร์ดดิสค์โดยทั่วไปจะอยู่ในกล่องโลหะที่มีความทนทานสูง ภายในมีแผ่นดิสค์สำหรับเก็บข้อมูลมากกว่า 1 แผ่น หัวอ่านส่วนใหญ่จะมีประมาณ 2 เท่าของจำนวน



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและความจุของเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ และปริมาณการใช้งาน



รูปที่ 2 โครงสร้างฮาร์ดดิสค์ ซึ่งประกอบด้วยแผ่นดิสค์แกนหมุนและหัวอ่าน



รูปที่ 3 ภาพด้านบนของแผ่นดิสค์ แสดงให้เห็นวิธีการแบ่งเนื้อที่ของดิสค์เป็นเซกเตอร์และแทร็ค

แผ่น ซึ่งขึ้นกับเทคโนโลยีในการทำฮาร์ดดิสค์ในแต่ละแผ่น แม้การแบ่งพื้นที่ออกเป็นเซกเตอร์และแทร็ค ซึ่งแสดงในรูปที่ 3 แผ่นทุกแผ่นจะมีแกนหมุนเป็นแกนเดียวกัน แกนหมุนนี้มีความเร็วรอบประมาณ 3,600 รอบต่อนาที การเขียนการอ่านข้อมูลบนฮาร์ดดิสค์ เป็นการเก็บข้อมูลเป็นบิตโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ผ่านหัวอ่าน/เขียน ส่งไปยังสารแม่เหล็ก โดยบิต 1 เขียนแบบหนึ่งและบิต 0 ก็เขียนอีกแบบหนึ่ง สำหรับฮาร์ดดิสค์รุ่นเก่า ๆ สารสำหรับเคลือบผิวดิสค์เพื่อใช้เก็บข้อมูลคือ เฟอริคออกไซด์ (Fe_2O_3) เฟอริคออกไซด์มีปัญหาในช่วงหลังคือไม่สามารถบีบบังคับให้ข้อมูลในแต่ละบิตอยู่ชิดกันมาก ๆ ได้ ทำให้ความจุของข้อมูลต่ำ สำหรับในปัจจุบันฮาร์ดดิสค์ส่วนใหญ่ใช้แผ่นอลูมิเนียมเป็นแผ่นดิสค์โดยที่ผิวเคลือบไว้ด้วยสารแม่เหล็กบริสุทธิ์ ทำให้สามารถบีบบังคับให้ข้อมูลอยู่ชิดกันมากขึ้น

สารแม่เหล็กบริสุทธิ์ ที่นิยมมากที่สุดในการนำมาใช้ทำแผ่นดิสค์ ก็คือโลหะผสมระหว่างโคบอลกับนิเกล คุณสมบัติของโคบอล-นิเกลนี้มีความไวต่อสนามแม่เหล็กและสามารถวางข้อมูลได้ชัดกว่าเฟอริคออกไซด์ (ซึ่งไม่ใช่สารแม่เหล็ก) แต่ถึงอย่างไรปัญหาที่ตามมาอีกเรื่องคือ โคบอลกับนิเกลนี้แตกหักง่าย ดังนั้นมักเกิดอันตรายจากหัวอ่านที่จะมากระแทกแผ่นขณะเริ่มต้นอ่านหรือเขียนข้อมูล แต่ปัญหาก็แก้ไขโดยเคลือบจนแข็งระหว่าง 1 แผ่นดิสค์กับหัวอ่าน

เชื่อกันว่าเทคโนโลยีแบบนี้ยังอยู่ไปอีกนาน เพราะเทคโนโลยีสำหรับสารที่นำมาทำยังไปได้อีกไกล แต่ตัดปัญหาตรงหัวอ่าน/เขียนจะเป็นตัวจำกัดขนาดของฮาร์ดดิสค์ อีกอย่างหนึ่งสำหรับฮาร์ดดิสค์ที่ควรรู้ คือ หัวอ่านที่กล่าวไว้แล้วว่าเทคโนโลยีฮาร์ดดิสค์ติดอยู่ตรงหัวอ่านก็เพราะว่า เมื่อใช้ดิสค์เป็นสารแม่เหล็กเคลือบแผ่นอลูมิเนียมและยังนำข้อมูลไปชิดกันมาก ย่อมทำให้สัญญาณแม่เหล็กค่อนข้างอ่อน ดังนั้นหัวอ่านจึงต้องเข้าไปใกล้แผ่นดิสค์มาก (แต่ต้องไม่ไปติดหัวอ่านเพราะจะทำให้เนื้อดิสค์เสีย) ระยะระหว่างหัวอ่านกับแผ่นดิสค์อยู่ในระหว่าง 150 นาโนเมตร นั่นคือแทบติดแต่ห้ามติด ในการควบคุมหัวอ่านซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ใช่ชิ้นเล็ก ๆ สำหรับระยะ 150 นาโนเมตร

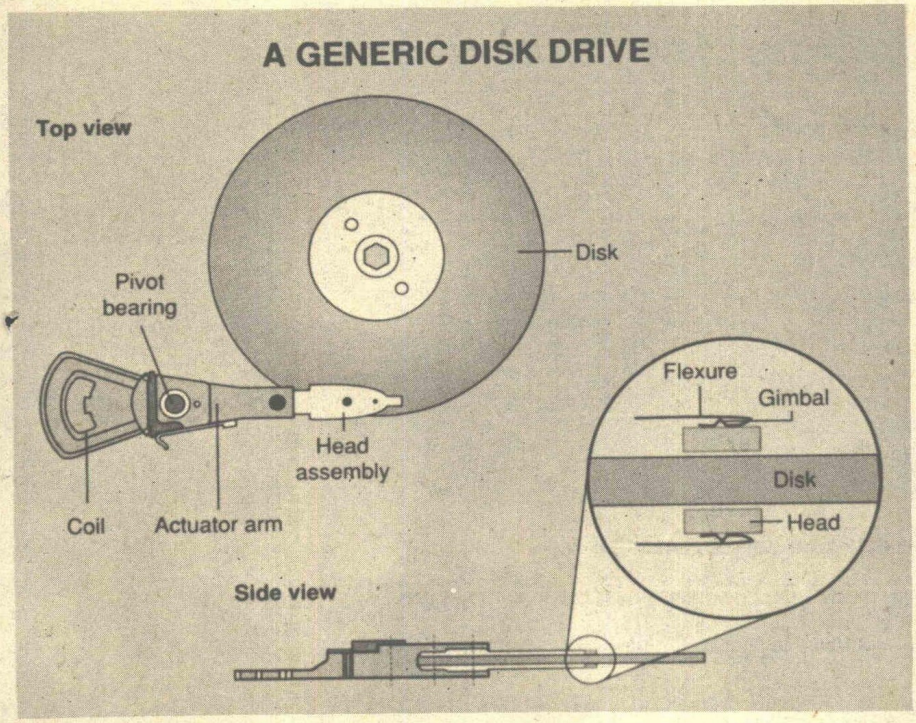
แล้วเพิ่มประสิทธิภาพอย่างไร

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปถึงปัญหาในการเพิ่มประสิทธิภาพให้ฮาร์ดดิสค์ คือ

1. ระยะหัวอ่านกับแผ่นดิสค์
2. ความจุใน 1 แทร็ค
3. จำนวนแทร็ค
4. จำนวนดิสค์

เพิ่มความจุโดยการลดระยะระหว่างหัวอ่านกับแผ่นดิสค์

จากที่เล่ามาให้ฟังแล้วว่าความจุในแผ่นไม่ใช่สิ่งที่ติดขัดสำหรับการเพิ่มความจุให้ฮาร์ดดิสค์หัวอ่าน (ซึ่งหมายถึงหัวเขียนอ่าน) ดังรูปที่ 4 ต่างหากที่เป็นสิ่งที่ทำให้ติดขัด ซึ่งโดยทั่วไปบอกว่าห่างกันประมาณ 150 นาโนเมตร แต่ในปัจจุบันที่ทำได้ต่ำสุดถึง 25 นาโนเมตร



รูปที่ 4 แผ่นดิสค์ พร้อมหัวอ่าน

ซึ่งเรียกว่าแทบติดแผ่นเลยทีเดียว สิ่งที่สำคัญตามมาอีกอย่างคือ แผ่นดิสค์ที่ใช้จะต้องมีความเรียบสูงมาก ซึ่งคุณสมบัติของโลหะผสมอลูมิเนียมก็เพียงพออยู่แล้วและยังใช้กันแพร่หลายอีกด้วย แต่มีสิ่งใหม่มาใช้แทนโลหะผสมอลูมิเนียมนั่นคือ แก้ว ซึ่งมีความเรียบสูงกว่าและยังมีความทนทานต่อสภาพต่าง ๆ มากกว่าโลหะผสมอลูมิเนียม ซึ่งมีแนวโน้มว่าแก้วจะเป็นแผ่นดิสค์แทนโลหะผสมอลูมิเนียมในอนาคต แต่ปัจจุบันแก้วยังมีราคาสูงกว่าประมาณ 3-4 เท่า

เพิ่มความจุโดยการเปลี่ยนชนิดหัวอ่าน

หัวอ่านในปัจจุบันและที่กำลังจะมาในอนาคตมีอยู่ 4 แบบคือ

1. metal-in-gap (MIG)
2. thin film
3. magnetoresistive (MR)
4. Composite

การ Composite กับ MIG เป็นแบบที่ราคาไม่แพง แต่ไม่สามารถใช้กับฮาร์ดดิสค์ที่มีความจุสูงได้แบบ thin-film เป็นแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน thin-film นี้เป็นหัวอ่านที่เป็นขดลวดพันที่หัวอ่าน โดยประสิทธิภาพขึ้นกับจำนวนรอบที่พัน ปัจจุบันมีจำนวนรอบ 30 รอบ ซึ่งเป็นการดีที่สุดเมื่อเทียบกับราคาและประสิทธิภาพ สำหรับแบบ MR เป็นแบบที่กำลังพัฒนาโดย IBM MR เป็นการอ่านโดยดูการเปลี่ยนแปลงความต้านทานจากการอ่านข้อมูล ในปัจจุบัน MR เป็นเพียงหัวอ่านอย่างเดียว ดังนั้นจึงต้องมีหัวเขียนอีกต่างหาก ข้อดีของ MR คือการอ่านความต้านทานนี้ทำให้ไม่ขึ้นกับความเร็วรอบของมอเตอร์ขับดิสค์คือสามารถเพิ่มความเร็วในการอ่านได้

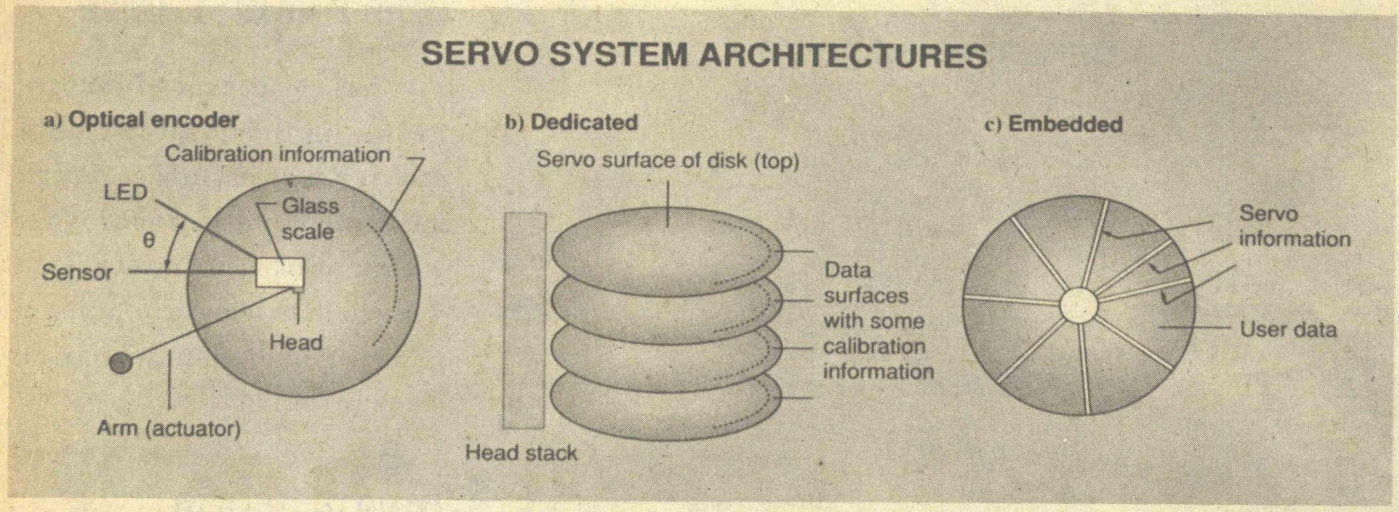
เพิ่มความจุใน 1 แทร็ค

ที่จริงแล้วน่าจะบอกว่าเพิ่มประสิทธิภาพในการเขียน/อ่านใน 1 แทร็คจะดีกว่า ส่วนใหญ่ปัญหานี้คือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อ่านมาได้ ซึ่งเป็นข้อมูลในรูปของสนามแม่เหล็กมาเป็นข้อมูลดิจิตอล ซึ่งส่วนนี้เป็นการเขียน/อ่าน ถ้ามีความถูกต้องสูงย่อมเก็บข้อมูลได้ดีกว่าและเรียกขึ้นมาได้เร็วกว่า

เพิ่มจำนวนแทร็ค

การเพิ่มจำนวนแทร็คจะเกิดปัญหาหลายประการ ได้แก่ ขนาดของสนามแม่เหล็กใน 1 แทร็ค คือ ขนาดที่ไม่สามารถลดได้ เพราะถ้าลดมากกว่านี้ข้อมูลจะมีการบันทึก การกำหนดขนาดของสนามแม่เหล็กใน 1 แทร็คนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของหัวอ่านที่ลอยอยู่เหนือดิสค์ ซึ่งถ้าลอยต่ำก็สามารถลดขนาดของสนามแม่เหล็กในแทร็คลงได้และกำลังของสนามแม่เหล็ก ซึ่งถ้ามีกำลังสูงก็สามารถขับให้ชิดกันได้

การเพิ่มจำนวนแทร็คยังขึ้นอยู่เทคโนโลยีในการหาตำแหน่งของแทร็ค คือ ถ้าสามารถกำหนดตำแหน่งหัวอ่านไปที่ใดแล้วผิดพลาดน้อยเท่าใดย่อมจะลดขนาดของแทร็คได้เท่านั้น ปัญหาที่ทำให้กำหนดตำแหน่งผิดพลาด ได้แก่ การขยายตัวของแผ่นดิสค์เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น มอเตอร์ไม่ค่อยดีและแรงจากภายนอกที่มากระทำ ความหนาแน่นของข้อมูลใน 1 แทร็ค ในปัจจุบันอยู่ระหว่าง 800 แทร็ค/เซนติเมตร โดยมีระยะจากจุดกึ่งกลางของแต่ละแทร็คประมาณ 2.5 ไมโครเมตร ระยะผิดพลาดในการไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ประมาณ 1/10 ของความกว้างของแทร็ค



รูปที่ 5 a) เป็นแบบ Optical Encoder สามารถหาตำแหน่งได้โดยการวัดระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึง Glass Scale
b) จะมีข้อมูลสำหรับการกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ของดิสค์ ซึ่งบริเวณนี้จะไม่มีข้อมูลของผู้ใช้อยู่เลย นั่นคือ ทำให้จำนวนหัว = 2 x จำนวนแผ่น -1
c) ข้อมูลสำหรับไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ระบุไว้ทุกหน้าของดิสค์ที่ใช้เก็บข้อมูลแบบนี้ ไม่มีผลของการขยายต่อเนื่องจากอุณหภูมิ

วิธีที่ใช้ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ บนดิสค์อยู่ด้วยกัน 3 แบบ แสดงในรูปที่ 5

1. Optical Encoder
2. Dedicated
3. Embedded

เพิ่มความจุโดยเพิ่มแผ่นดิสค์

ฟังดูเหมือนเรื่องง่าย ที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีอะไรใหม่เพิ่มแผ่นเข้าไปเฉย ๆ เลย แต่ความจริงมีมากกว่านี้ ลองนึกถึงขนาดฮาร์ดดิสค์ในปัจจุบันมีความสูงเพียง 2 เซนติเมตร มีแผ่นดิสค์บรรจุไว้เพียง 2 แผ่น แต่ถ้าหากว่าเพิ่มแผ่นเข้าไปเป็นสักโหลนึงในขนาดของเดิม (2 เซนติเมตร) คงไม่ใช่เรื่องง่ายดายนัก แม้กระทั่งขนาดของแผ่นวงจรที่ใช้ควบคุมภายในที่ไม่ได้มีขนาดเล็ก แม้จะใช้เทคโนโลยี mount surface ก็ยังไม่เล็กพอ และที่สำคัญมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมจะต้องมีขนาดเล็กมากอีกด้วย ดังนั้นแม้แต่จะเพิ่มเข้าไปเฉย ๆ ยังไม่ใช่เรื่องที่ง่ายนัก

เพิ่มความเร็ว

สุดท้าย คือการเพิ่มความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล (access time) และอัตราในการโอนย้ายข้อมูล (transfer rale) ส่วนนี้คงไม่เกี่ยวกับเทคโนโลยีฮาร์ดดิสค์โดยตรงนัก เพราะฮาร์ดดิสค์รุ่นใหม่มักนิยมเรียนลัดโดยการใส่ Cache Disk เข้าไปด้วยเพื่อเพิ่มความเร็ว ดังนั้นในบางครั้งเราอาจเห็นโฆษณาฮาร์ดดิสค์หลาย ๆ ยี่ห้อ ที่เร็วเกินที่จะเชื่อว่าทำได้ ขอให้นึกไว้ว่าผู้ผลิตอาจใส่ cache ไว้ในตัวฮาร์ดดิสค์

มาตรฐานทั่วสำหรับฮาร์ดดิสค์

ในปัจจุบันฮาร์ดดิสค์หลากหลายรูปแบบในการใช้มาตรฐานกำหนดขึ้นมามีมากมายโดยทั่วที่นิยมใช้คือ SCSI, ESDI และ IDE

SCSI เป็นแบบที่นิยมใช้ตั้งแต่เครื่องส่วนบุคคลจนถึงเครื่องทางวิศวกรรมเป็นแบบที่มีอัตราการโอนย้ายข้อมูลสูงและราคาสูงกว่าแบบอื่น

ESDI เป็นมาตรฐานอีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ แต่ไม่ค่อยแบ่งหลายเท่าอีก 2 แบบที่กล่าวมา

IDE เป็นมาตรฐานที่ใช้กันส่วนใหญ่สำหรับเครื่องส่วนบุคคลรุ่นใหม่ ๆ

สรุป

แนวโน้มของฮาร์ดดิสค์ยังไปอีกไกล แม้ว่าจะมีเทคโนโลยีอื่นมาเทียบเคียงและแนวโน้มว่าจะมาทดแทน แต่ถ้าเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพต่อราคา จะเห็นว่าทุกแบบยังห่างไกลกับฮาร์ดดิสค์นัก อย่างน้อยก็อีก 4-5 ปีถึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลง